مجلّه‌ی جغرافیا و توسعه‌ی ناحیه‌ای، شماره‌ی هجدهم، بهار و تابستان ۱۳۹۱

کاربرد و بررسی تطبیقی الگوهای تحلیل سلسله مراتبی و فازی در تناسب اراضی
(نمونه‌ی موردی: شهرک صنعتی بیرجند)

سید سعید رضا احمدی‌زاده (استادیار علوم جنگل گروه محیط زیست دانشگاه بیرجند)
فاطمه حاجی زاده (کارشناس ارشد محیط زیست دانشگاه بیرجند، نویسنده‌ی مسؤول)
Hajizadeh_najmeh@yahoo.com
مهدی ضیائی (کارشناس ارشد شهرسازی، عضو هیأت علمی معماری و شهرسازی دانشکده هنر دانشگاه بیرجند)

چکیده

نحوه‌ی قرارگیری مناطق صنعتی در مجاورت شهرها، عامل کلیدی در برنامه‌ریزی منطقه‌ای به حساب می‌آید و اثرات و تبعات منفی اجتماعی، اقتصادی و زیست محیطی این نوع مناطق، دربرنامه‌ریزی توسعه‌ی ناحیه‌ای باید مورد توجه قرارگیرند. مکان مناسب برای استقرار صنایع با طیف وسیعی از عوامل روبرو است، چرا که منافع اقتصادی، اجتماعی و اثرات زیست صنایع محیطی پایدار هم‌زمان باید مورد توجه قرار گیرند. تجزیه و تحلیل و ترکیب این مجموعه عوامل با استفاده از GIS امری اجتناب ناپذیر است. دراین تحقیق برای مکانیابی و ارزشیابی مکان تعیین شده از روش منطق فازی و روش AHP فضایی در محیط GIS استفاده شد. بدین صورت که ابتدا عوامل و معیارهای مناسب جهت مکان‌یابی شهرک‌های صنعتی تعیین و سپس آماده برای ورود به توابع فازی و تحلیل سلسله مراتبی در محیط های (به ترتیب) Arc Sdm 3 ، Export Choice شد. پس از آن نتایج و دقت عملکرد این دو متد با Cross tabulate مورد بررسی و ارزشیابی قرار گرفت. طی این پژوهش علاوه بر مکان‌یابی بهترین سایتها جهت احداث شهرک صنعتی، تائید محل فعلی منطبق بر اصول توسعه پایدار زیست محیطی، برتری و دقت الگوی فازی بر فرایند تحلیل سلسله مراتبی تعیین گردید. در پایان نتایج حاصل نشان می‌دهد که دو الگوی فازی و AHP مورد استفاده در این پژوهش ۵۳٪ با یکدیگر تطابق دارند. شهرک صنعتی فعلی براساس مکان‌یابی با دوالگوی فازی و AHP به ترتیب ۹۹/۶۲ ٪، ۵۶/۹۸٪ آن در کلاس خیلی خوب قرار گرفته است که بیانگر آن است که محل فعلی شهرک صنعتی بر اساس الگوهای مورد بررسی و اجرا شده، منطبق بر اصول توسعه‌ی پایدار زیست محیطی می‌باشد.

کلیدواژه‌ها: فازی، فرایند تحلیل سلسله مراتبی، شهرک صنعتی.

تاریخ دریافت: ۱۳۹۰/۹/۹ تاریخ تصویب:۱۳۹۰/۱۱/۲۴

درآمد

بی تردید پیدایش فرصت‌های جدید به منظور توسعه‌ی محلی و منطقه ای در گرو استفاده از ابزار مهم توسعه‌ی صنعتی است. رشد صنعت به صورت مجتمع، منطقه، ناحیه، قطب یا شهرک صنعتی پدیده ای است که به لحاظ اهمیت از آغاز قرن بیستم میلادی در توسعه‌ی صنعتی کشورهای جهان و بهره گیری از امکانات و قابلیت‌های هر منطقه مورد توجه قرار گرفته است. هر کشوری که بخواهد در راه صنعتی کردن خود گام بردارد، ناچار است از لحاظ آمایش سرزمین و تقسیم نیروی کار در مناطق مختلف کشور با هدف توسعه‌ی صنعتی محورها و قطب ها، مکان‌هایی را برای تجمع، انتخاب و سازماندهی کند(Forslid,et al,2002, pp. 273–97). این سازماندهی متاثر از عواملی مانند رشد جمعیت، اشتغال، محدودیت زمین، حفاظت و توسعه‌ی محیط زیست و تعیین کاربری زمین های صنعتی است. بدین ترتیب از رشد بی‌رویه‌ی صنعت در برخی از نواحی و مناطق، به ویژه از آلودگی محیط زیست جلوگیری می‌شود(Mirata and Emtairah, 2005, pp. 993–1002؛ Pooladdezh,1997).

محل قرارگیری مناطق صنعتی عامل کلیدی در برنامه‌ریزی منطقه‌ای است. دلیل آن اثرات اجتماعی، اقتصادی و زیست محیطی است که این نوع تصمیمات در هر منطقه دارند. یک محل مناسب باید با طیف وسیعی از عوامل، به منظور هماهنگی با منافع اقتصادی، اجتماعی و اثرات زیست محیطی پایدار تنظیم شود(Ziaei and Hajizadeh,2011). دسترسی به حمل و نقل و بستر های ارتباطی، دسترسی به نیروی کار، نزدیکی به بازارهای اصلی و به مواد خام، امروزه هنوز هم از عوامل مهم هستند(Leitham,et al.2002,pp. 515-535; Somlev and Hoshino,2005,pp. 577-598.).

مکان‌یابی و ارزشیابی، اموری مشکل و پیچیده‌اند. پژوهشگران مختلف در این زمینه الگوهای متفاوتی ازجمله فازی و فرایند تحلیل سلسله مراتبی،FAHP ارائه نموده اند(Ziaei and Hajizadeh,2011). تئوری فازی، که اولین‌بار توسط یک دانشمند ایرانی (Zadeh, 1965)، معرّفی شد، کاربردهای زیادی در زمینه‌های مختلف مهندسی برای مقادیر با اطلاعات مبهم پیدا کرده‌است(Klir and Yuan,1995).

الگوهای مناسب مکان گزینی برای بسیاری از اهداف همچون مکان مناسب احداث پارک(شکوئی، ۱۳۸٤)، مکان مناسب محل دفن پسماند، انتخاب محل مناسب برای انواع کاربری‌ها (کارترز، ۱۹۹٤) با

استفاده از روش فازی انجام شده است که جواب های مناسب و قابل قبولی ارائه داده است(شکوهی،۱۳۸۲: ٦٤-٥٢).

تکنیک AHP توسط پروفسور توماس ال ساعتی برای تصمیم‌گیری و ارزیابی ابداع شد(Pooladdezh,1997). AHP را می‌توان به‌عنوان روشی برای رتبه‌بندی پتانسیل مناطق برای اختصاص آنها به یک کاربری خاص مورد استفاده قرار داد(Malczewski,1995).

اضافه کردن و مکان‌یابی ایستگاه راه آهن با استفاده از تکنیک AHP امکان‌پذیر است. برای حل مشکلات ذاتی AHP از قبیل وابستگی پرسشنامه ها به یکدیگر و وابستگی نتایج به گروه هایی که مورد سوال قرار می‌گیرند از مقیاس فازی و همچنین تحلیل های حساسیت برای ارزش وزن های گوناگون استفاده می‌شود(Bong et al, 2005).

با استفاده از الگوهای فازی، وزن های نشانگر و ژنتیک مکان‌یابی شهرکهای صنعتی امکانپذیر می‌باشد. سیستم اطلاعات مکانی(GIS) به عنوان علم مدیریت اطلاعات مکانی قادر است ابزارهای مناسب جهت رفع مشکلات و پیچدگی‌های تعیین مکان بهینه را در اختیار تصمیم گیرندگان صنعتی قرار دهد. توابع تلفیقی از انواع توابع تجزیه و تحلیل مکانی GIS هستند که امکان انتخاب مکان بهینه را با استفاده از نقشه‌های ورودی و از طریق عملگرهای تلفیقی فراهم می‌نمایند. این توابع از لحاظ نحوه عملکرد به انواع مختلفی مانند بولین، هم‌پوشانی شاخص، منطق فازی، ژنتیک و وزن‌های نشان‌گر تقسیم می‌شوند. بنابراین تعیین تابع تلفیقی مناسب در طراحی و اجرای GIS کاربردی جهت مکان‌یابی بهینه‌ی شهرک‌های صنعتی ضروری است. همچنین اظهار نمودند که در منطق فازی عملگرهای اشتراک و اجتماع فازی به دلیل ضعف این عملگرها کاربردی ندارند در حالی‌که عملگرهای جمع و گامای فازی به دلیل اثر افزایشی مورد استفاده قرار گرفتند(ضیائی و حاجی زاده، ۱۳۸۹؛ شاد و همکاران ۱۳۸۷: ٥٤٧ تا ٥٥٩).

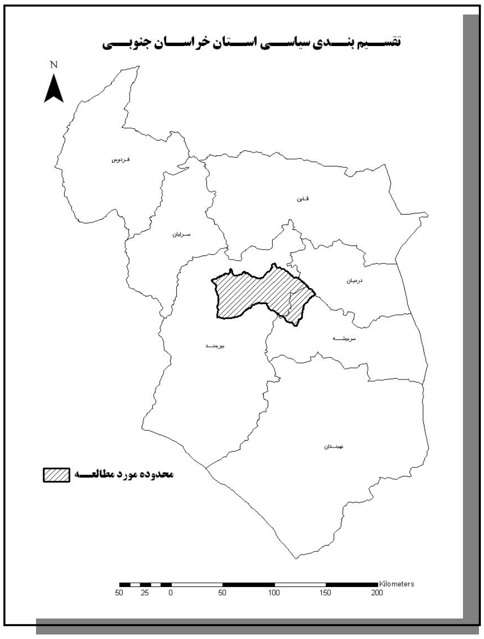
مواد و روش

محدوده‌ی مورد مطالعه

شهر بیرجند و حریم آن بر روی دشت بیرجند با ارتفاع متوسط ۱۵۰۰ متر از سطح دریا واقع شده است. شهرک صنعتی بیرجند(محدوده‌ی مورد مطالعه) در غرب شهر بیرجند (استان خراسان جنوبی) در

مجاورت جاده ی بیرجند- خوسف به فاصله ی ۱۱/۵ کیلو متر از مرکز شهر بیرجند واقع شده و شیب عمده ی آن در جهت شمال شرقی است.

شکل(۱) نقشه‌ی موقعّیت جغرافیایی منطقه‌ی مورد مطالعه مورد(مهندسین مشاور معماری و شهرسازی عرصه)



منطق فازی

بر اساس نظریه‌ی فازی مجموعه ها، یک مجموعه‌ی فازی، زیر مجموعه ای است که مقدار عضویت عناصر آن در مجموعه‌ی اصلی با توجه به یک تابع عضویّت حد واسط بین، صفر و یک باشد(Ghazanfari,2006 ؛Menhaj,2007 ؛Hansen,2003.pp, 1-10).

درعملیات تلفیق فاکتورها، کلاس‌ها و واحدهای مکانی منفرد موجود در هر یک ازعوامل به عنوان عناصر زیر مجموعه هستند و معیار عضویّت آنها در مجموعه‌ی مطلوب (مکان‌های مناسب جهت احداث شهرک های صنعتی) میزان مناسب یا نامناسب بودن آنهاست که با درجه‌ی عضویت بین صفر تا یک مشخص می‌شود. هر کلاس یا واحد اطلاعاتی موجود در عامل، دارای یک درجه عضویت بین صفر تا یک است که در هر عامل اهمیت و ارزش یک واحد مکانی نسبت به دیگر واحدها و یک عامل منفرد

نسبت به دیگر عامل‌ها را نشان می‌دهد. مقدار درجه عضویت هر کلاس و واحد مکانی، ماننـد وزن هـای موجود در روش هم‌پوشانی شاخص، بر اساس نظریات کارشناسی و استفاده از دانش داده ای تعیین مـی-شود(Fisher,1989 ؛ Zimmermann,2001).

سپس با استفاده از عملگرهای فازی عملیات تلفیقی مورد نظر انجام می‌شود. پنج عملگر فازی بـه نـام اشتراک فازی، اجتماع فازی، ضرب فازی، جمع فازی، و فازی گاما برای تلفیق مجموعه‌ی عوامـل، مـورد استفاده قرار می‌گیرند که در نهایت با اعمال عملگرهای فازی واحدهای مکانی نقـشه‌ی خروجـی حـاوی درجه‌ی عضویت خواهند بود (پیوست۱).

تحلیل سلسله مراتبی AHP

یکی از کارآمد ترین تکنیک های تصمیم گیری است، که اولین بار توسط توماس ال سـاعتی در سـال ۱۹۸۰ مطرح شد. این تکنیک بر اساس مقایسه‌های زوجی بنـا نهـاده شـده و امکـان بررسـی سـناریوهای مختلف را به مدیران می‌دهد. در ارتباط با استفاده از تکنیک AHP در مکان‌یابی‌ها و انتخاب بهترین مکان‌ها بر ای منظورهای مختلف و همچنین تلفیق آن با سیستم اطلاعات جغرا فیایی GIS پژوهش ها ی متعددی در دنیا صورت گرفته است(حبیبی و نظری، ۱۳۸۵).

روش تحلیل سلسله مراتبی AHP به گونه‌ای طراحی شده که با ذهن و طبیعت بشری مطـابق و همراه می شود و با آن پیش می رود. این فرایند مجموعه ای از قضاوت ها و ارزش گذاری‌های شهری با یک شیوه‌ی منطقی است، به گونه‌ای که می توان گفت این تکنیک از یک طرف وابـسته به تصورات شخصی و طرح ریزی سلسله مراتبی یک مسأله بوده و از طرف دیگر با منطق، درک، و تجربه، جهت تصمیم گیری و قضاوت نهایی مربوط مـی شـود(قدسـی پـور، ۱۳۸٤). نتـایج بـه دست آمده از مطالعات پیشین نشان می دهد که روش تحلیل سلسلمه مراتبیAHP بـا توجـه بـه سادگی، انعطاف پذیری، به کارگیری معیارهای کیفی و کمّی به طور هم زمان و نیز قابلیت بررسی سازگاری در قضاوت ها، می تواند در بررسی موضوعات مربوط به برنامه‌ریزی شهری و منطقه‌ای کاربرد مطلوبی داشته باشد(زبردست ،۱۳۸۰ : ۱٦-۸).

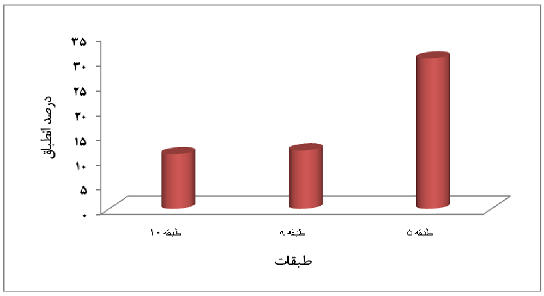
محاسبه‌ی درصد انطباق الگوها

پس از تعیین مناطق مناسب و بهینه توسط دو الگو مورد استفاده در این پژوهش، می‌توان با استفاده از Cross Tabulate Area در محیط تحلیلگر GIS به درصد تطابق این دو الگو در امر مکان‌یابی دست یافت. بدین صورت که پس از انجام یک کلاسه بندی با ارزش‌های مشابه برای نقشه های نهایی مکان مناسب حاصل از دو الگو فازی و فرایند تحلیل سلسله مراتبی می‌توان با عملگر Cross Tabulate Area دو الگو را با هم تطابق داد و فراوانی پیکسل‌های مشابه(درصد تطابق) در طبقات مختلف را بر اساس جدول حاصل از این عملگر و بر اساس رابطه‌ی(۱) تعیین نمود. نتایج حاصل نشان می‌دهد که این دو الگو به میزان ۵۳٪ با یکدیگر تطابق دارند.

رابطه (۱) مجموع کل پیکسل‌ها / مجموع تعداد پیکسل‌های قطر اصلی = درصد تطابق

۳٤۲۳۷۱۰۰۰۰ / ۱۸۲۷٦۷۰۰۰۰ = درصد تطابق دو الگو

نمودار(۱) درصد انطباق طبقات شهرک صنعتی(فعلی) با طبقات امتیاز در دو الگو فازی و AHP



پس از تهیه‌ی نقشه‌های نهایی حاصل از اعمال دو الگوی فازی و AHP، آن‌ها در سه طبقه با ارزش‌های ۱۰(بهترین طبقه: خیلی خوب)، ۸(خوب) و ۵(مناسب) کلاسه بندی شدند. سپس محدوده شهرک صنعتی فعلی و همچنین طرح توسعه ی فاز جدید بر این سه کلاس منطبق گردید تا تعیین شود چه درصدی از شهرک صنعتی و با کدام طبقات در الگوهای ذکر شده تطابق دارند تا در نهایت این مهم حاصل شود که آیا شهرک صنعتی موجود در شهر بیرجند در محل مناسب واقع شده است یا خیر.

نتایج و بحث

با به‌کارگیری Cross Tabulate Area، طیّ این پژوهش مشخص گردید که مطابق نقشه های شماره (۲) و (۳) حاصل دو الگو فازی و فرایند تحلیل سلسله مراتبی، شهرک صنعتی موجود شهرستان بیرجند در محدوده‌ی مکانی با ارزش‌های ۱۰ و ۸ یعنی کلاسه های «خیلی خوب» و«خوب» واقع شده است. بنابراین می‌توان اذعان نمود که محل شهرک از نظر زیست محیطی و توسعه‌ی پایدار مناسب می‌باشد.

جدول(۱) درصد انطباق شهرک صنعتی فعلی با الگوهای فازی و AHP

درصد انطباق شهرک صنعتی با الگو فازی و AHP	طبقات امتیازات		
	۱۰(خیلی خوب)	۸ (خوب)	۵ (مناسب)
درصد انطباق با AHP	۵٦/۹۸	٤۳/۰۱	–
درصد انطباق با فازی	۹۹/٦۲	/۳۷	–

جدول(۲) درصد انطباق طرح توسعه‌ی شهرک صنعتی با الگوهای فازی و AHP

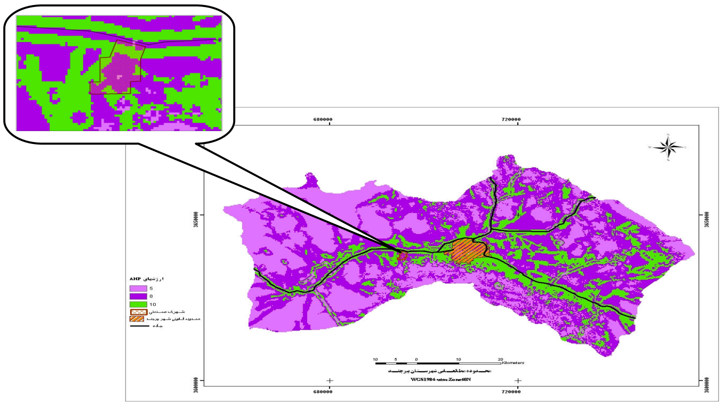
	طبقات امتیازات		
	۱۰(خیلی خوب)	۸ (خوب)	۵ (مناسب)
درصد انطباق با AHP	۳٤/٦۲	٦٤/۲٦	۱/۱
درصد انطباق با فازی	۸۸/۰۸	۱۱/۹۱	–

در مورد انطباق دو الگو فازی و AHP در شهرک صنعتی بر اساس Cross Tabulate Area می‌توان به نتایج زیر اشاره نمود.

جدول(۳) درصد انطباق دو الگوی فازی و AHP

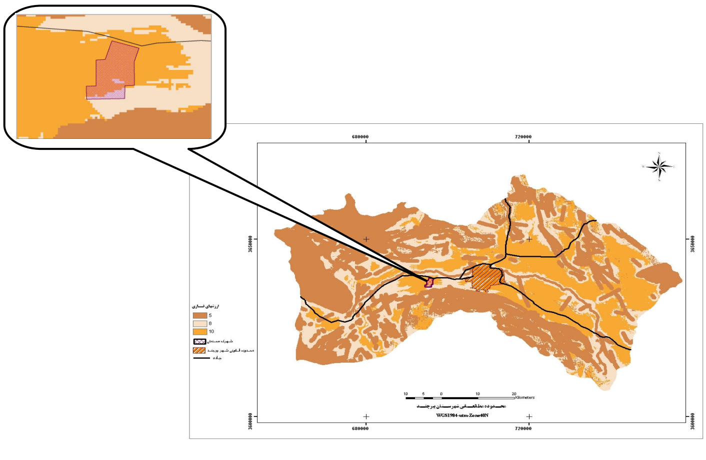
درصد انطباق الگوهای فازی و AHP در شهرک صنعتی فعلی	**درصد انطباق الگوهای فازی و AHP در طرح توسعه شهرک صنعتی**
۵۳/۲٤	۵۸/۳۵

شکل (۲) نقشه‌ی محل قرارگیری شهرک صنعتی منطبق با نقشه‌ی نهایی الگوی AHP

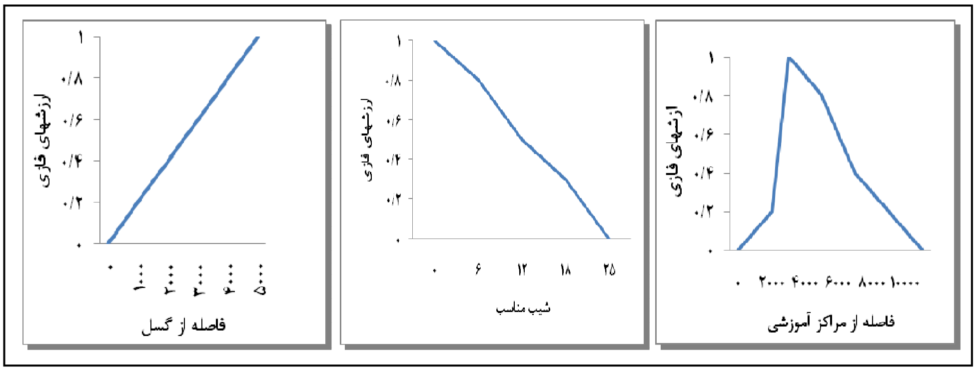


در این پروژه از نرم افزار Arc sdm جهت فازی کردن لایه ها استفاده شده است. قبل از فازی کردن لایه ها باید مراحل زیر انجام شود تا لایه جهت فازی سازی مهیا شوند. بدین صورت که ابتدا تابع Distance را برای تمام لایه‌ها اعمال کرده، سپس لایه های حاصل از این تابع را براساس دیمانسیون نرمال شده‌ی نظریّات کارشناسان طبقه بندی (Reclass) و طبقات را منطبق بر نظریه‌ی فازی بین ارزش صفر تا ده که معادل همان ارزشهای فازی یعنی صفر تا یک می‌باشد، ارزش‌گذاری شد(دیفازیسیون). علت ارزش‌گذاری در این مقیاس، را می‌توان عدم پذیرش مقادیر عددی بین ۰-۱ توسط نرم افزار الحاقی Spatial Analysis در زمان طبقه بندی و ملموس شدن نمودارها و داده ها برای خوانندگان ذکر نمود. ارزش‌گذاری لایه ها بر اساس نرمال‌سازی نظریّات کارشناسان انجام شد. در شکل شماره ٤ نمودارهای مربوط به برخی معیارهای به‌کارگرفته شده در الگوی فازی ترسیم شده است.

شکل(۳) نقشه‌ی محل قرارگیری شهرک صنعتی منطبق با نقشه‌ی نهایی الگوی فازی



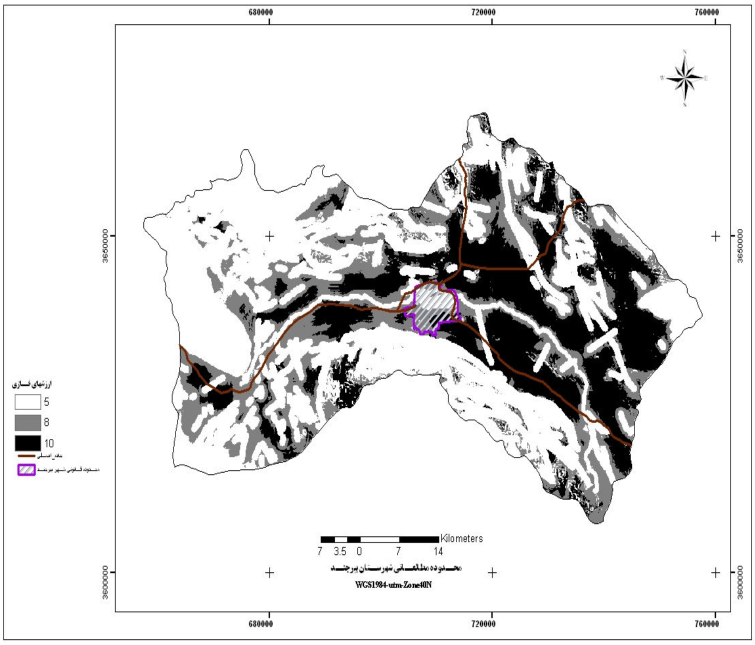
شکل(٤) نمودار ارزش‌های پارامترهای مکان‌یابی در الگوی فازی



پس از طبقه بندی لایه های حاصل از تابع Distance، بر اساس توابع فازی در نـرم افـزارArc sdm لایه ها را فازی کرده، سپس بین لایه های مختلف عملگرهای فازی به‌کار گرفته شد. در این پروژه بنـا بـر نمونه‌ی انجام شده توسط دکتر شاد و همکاران(۱۳۸۸) از عملگر گاما و جمع فـازی اسـتفاده شـد. بـدین صورت که به دلیل ارتباط افزایشی عوامل دسترسی و امکانات زیربنایی، در مناطقی که امکانات زیـر بنـایی بیشتری دارند، تسهیلات دسترسی بیشتری نیز وجود دارد. لذا الگوی جمع فازی به عنوان الگـوی منتخـب جهت ارزشیابی و تعیین الگوی تلفیقی مناسب، انتخاب شده است. همچنین به دلیل نامعلوم بودن اثر عوامل محیط زیست و عوامل طبیعی، عملگر فازی گاما جهت اجرا و ارزشیابی انتخاب شـده اسـت. بنـابراین بـا توجه به عدم وجود شواهد و عوامل تضعیف کننده در مکانیابی شهرک های صـنعتی، از سـایر عملگرهـا استفاده ای نخواهد شد. لازم به ذکر است که مقدار گاما در این مرحله مطابق نمونه‌ی موردی انجـام شـده توسط دکتر شاد و همکاران ۰/۷۵ درنظر گرفته شد.

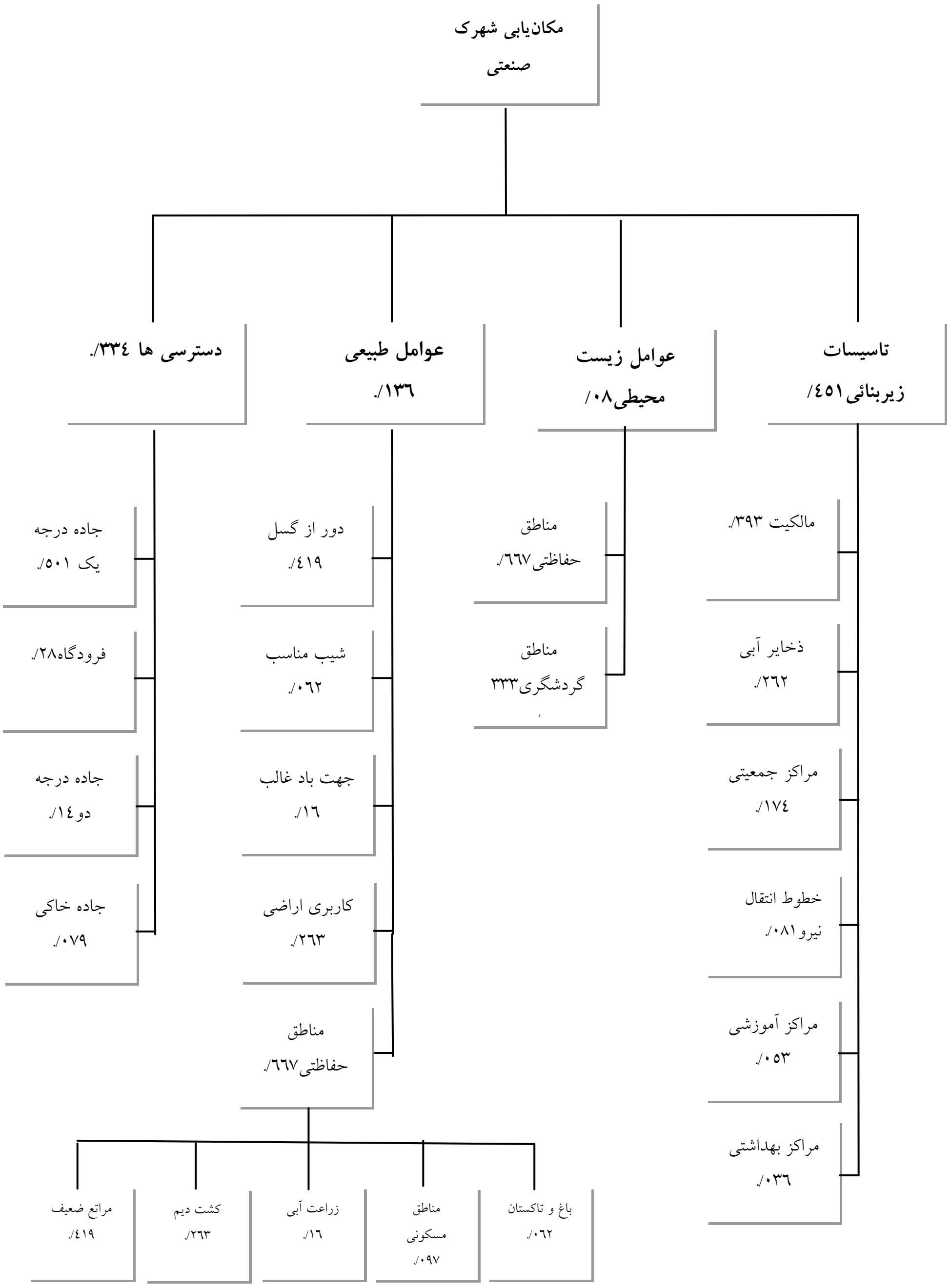
در پایان کار بین چهار لایه‌ی فازی حاصل از اعمال بالا، از عملگر گامای فازی با مقـدار گامـای ۰/۲۵ استفاده گردید. دلیل استفاده از این ضریب گاما، افزایش دقّت در مکان‌یـابی بهینـه اسـت. سـرانجام بـرای مشخص تر شدن مناطق در سه کلاس خیلی خوب(ارزش ۱۰)، خوب(ارزش۸) و متوسط(ارزش۵) مطـابق نقشه شماره ۵ کلاسه بندی شد. پس از مکان‌یابی نهایی لایه ای شامل تمـام ممنوعیّـت‌هـای مـصوّب در سازمان حفاظت محیط زیست در قالب یک لایه‌ی Shape file تهیه شده کـه بـا هـم‌پوشـانی بـا لایـه‌ی خروجی حاصل از دو الگوی فازی و AHP، مناطق ممنوعه حذف و مناطق مناسب تعیین گردید.

شکل(۵): نقشه‌ی نهایی طبقه بندی شده مکان‌یابی شهرک صنعتی با الگوی فازی



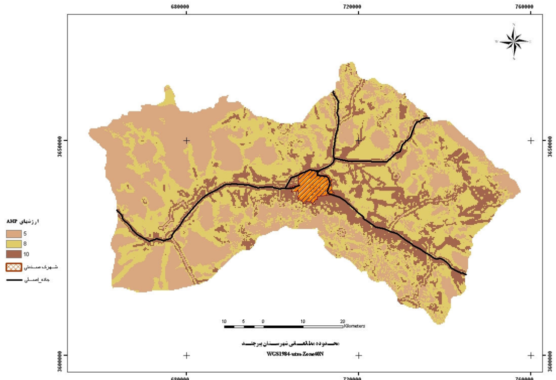
در فرایند تحلیل سلسله مراتبی، هدف اصلی در ساختار سلسله مراتبی، انتخاب مکان مناسب برای شهرک صنعتی است. در روش AHP فضایی معیارها معمولاً به‌صورت سلسله مراتبی و یا خوشه‌ای طبقه‌بندی می‌شوند. هدف اصلی در بالاترین سطح و معیارهای بعدی در سطوح دوم و سوم قرار می‌گیرند و مقادیر وزنی آخرین سطح معیارها به‌عنوان ارزش سلول‌های لایه‌های اطلاعاتی در GIS وارد می‌شوند. نمودار۲ نحوه‌ی ساختار بندی معیارهای انتخاب شده در یک الگوی فرایند تحلیلی سلسله مراتبی را نشان می‌دهد. سپس بر اساس جدول پروفسور ساعتی برای تعیین برتری معیارها در فرایند تحلیلی سلسله مراتبی نسبت به یکدیگر به تشکیل ماتریس‌ها و ارزش‌گذاری براساس دیمانسیون نظریّات کارشناسان پرداخته و سرانجام وزن‌های مستخرج از AHP به لایه های اطلاعاتی تخصیص داده شد. برای محاسبات کمی، نقشه های مورد استفاده از حالت برداری به حالت رستری باید تبدیل شوند. حاصل عملیات انجام شده، لایه‌هایی است که هر سلول آن یک وزن جهت شایستگی انتخاب شهرک صنعتی را داراست و حاصل جمع تمام این لایه‌ها مجموع وزن‌های شایستگی برای انتخاب شهرک صنعتی را نشان می‌دهد.

نمودار(۲) ساختار سلسله مراتبی معیارهای استخراج شده جهت مکان‌یابی شهرک صنعتی



در نهایت پس از هم‌پوشانی تمام لایه ها مکان‌های مناسب جهت احداث شهرک صنعتی تهیه و مشخص شد که در شکل شماره(٦) نشان داده شده است.

شکل(٦): نقشه‌ی مکان‌یابی شهرک صنعتی با الگوی AHP



نتیجه گیری

۱. کارآمدی Fuzzy- GIS در برنامه ریزی پویا برای مکان‌یابی در این پژوهش تجربه گردید. با توجه به این‌که هر گونه تغییری در وضع موجود به راحتی می‌تواند وارد سیستم شود، از یک طرف نتایج حاصل از این تغییر مشاهده می‌شود و ملاک عمل برای ادامه‌ی مراحل کار قرار می‌گیرد و از طرف دیگر از هزینه های اضافی و زمان‌های از دست رفته ، پرهیز می‌شود. با استفاده از روش این تحقیق، مدیران و سیاست‌گزاران قدرت تصمیم‌گیری صحیح را خواهند داشت، زیرا این سیستم امکان با کاربرد هوش و نبوغ انسانی را در تصمیم گیری‌ها فراهم می‌نماید.

۲. روش AHP از این نظر مفید است که زمینه ای را برای تحلیل و تبدیل مسائل مشکل و پیچیده به سلسله مراتبی منطقی و ساده تر فراهم می‌آورد، که در چارچوب آن برنامه ریزی بتواند ارزشیابی گزینه ها را با کمک معیارها و زیر معیارها به راحتی انجام دهد. افزون بر این، روش فرایند تحلیل سلسله مراتبی امکان بررسی سازگاری در قضاوت ها را نیز فراهم می‌آورد و این یکی دیگر از ویژگی‌های منحصر به فرد روش AHP است. انعطاف پذیری، سادگی محاسبات و امکان رتبه بندی نهایی نیز از امتیازهای

دیگرAHP هستند که می‌توانند کمک مؤثری در بررسی های مربوط به مسائل شهری و برنامه ریزی های شهری و منطقه ای باشند.

۳. با توجه به خصوصیات ذکر شده از دو الگوی مورد استفاده و با استناد به کار تحقیقاتی انجام شده می‌توان اذعان نمود که متد فازی نسبت به متد AHP بنا بر ویژگی های خود فازی، از جمله عملکرد آن با استفاده از مفاهیم غیر قطعی، تولید نتایج مشابه تر با واقعیّت پیرامونی، دخالت نبوغ و تفکری مشابه به نبوغ و تفکر انسانی از دقت و انعطاف بیشتری در تأثیرات متقابل پارامترها بر یکدیگر و بر پدیده‌ی مکان‌یابی مراکزتوسعه‌ی صنعتی برخوردار است.

٤. با استفاده از **Cross Tabulate Area** در محیط تحلیل‌گر **GIS** و مقایسه‌ی محل قرارگیری شهرک صنعتی بیرجند با مناطق تعیین شده، طیّ مراحل مختلف این پژوهش با کاربرد الگوی فازی و فرآیند تحلیل سلسله مراتب مشخص شد که مکان شهرک صنعتی احداث شده در شهرستان بیرجند مبتنی بر اصول توسعه‌ی پایدار و محیط زیست است.

کتابنامه

۱. احمدی زاده، س.س. (۱۳۸۲). تعیین و بکارگیری الگوهای کمّی اکولوژیک در محیط GIS مطالعه‌ی موردی منطقه‌ی قره تیکان زاوین. پایان نامه‌ی دکتری. دانشکده منابع طبیعی. دانشگاه تربیت مدرس.۱٤۰ ص.

۲. پوراحمد، ا و حبیبی،ک و زهرایی، س.م و نظری عدلی، س.(۱۳۸۳). استفاده از الگوریتم‌های فازی و GISبرای مکانیابی تجهیزات شهری(بابلسر).

۳. حبیبی،ک و نظری عدلی،س. (۱۳۸۵). پیاده سازی الگوریم تحلیل سلسله مراتبی در محیط GIS جهت مکان گزینی بهینه فضاهای عمومی شهری(نمونه‌ی مورد مطالعه : فضاهای ورزشی منطقه شش شهر تهران).

٤. زبردست، ا. (۱۳۸۲). کاربرد فرایند تحلیل سلسله مراتبی در برنامه ریزی شهری و منطقه ای. مجله ی هنرهای زیبا. شماره ۱۲. تهران. صفحات ۱٦–۸

۵. سلطانی، م. ج. (۱۳۸۰). مکان‌یابی عرصه‌های مستعد اجرای عملیات پخش سیلاب با استفاده از سامانه‌های اطلاعات جغرافیایی. دانشکده عمران دانشگاه صنعتی خواجه نصیرالدین طوسی. گزارش‌علمی.

٦. شاد،ر و عبادی، ح و سعدی مسگری، م و وفائی نژاد، ع.ر.(١٣٨٨). طراحی و اجرای GIS کاربردی جهت مکان‌یابی شهرک های صنعتی با استفاده از الگوهای فازی. وزنهای نشانگر و ژنتیک. نشریه دانشکده فنی. دوره ٤٣ . شماره ٥. . از صفحه ٥٤٧ تا ٥٥٩.

٧. شکوئی، ح. (١٣٨٢). اندیشه‌های نو در فلسفه جغرافیا . جلد اول. چاپ ششم. مؤسسه جغرافیایی و کارتوگرافی گیتا شناسی. تهران.

٨ شکوهی، ع و نوریان، ف. (١٣٨٢). مکانیابی کاربری‌های شهری با استفاده از سیستم‌های اطلاعات جغرافیایی فازی (Fuzzy_GIS). (نمونه ی موردی مکانیابی فضاهای سبز و پارک‌های شهری زنجان). همایش ژئوماتیک سازمان نقشه برداری کشور. صفحات٦٤-٥٢.

٩. ضیائی، م و حاجی زاده، ف.(١٣٨٩). طراحی و اجرای GIS کاربردی جهت مکان‌یابی محل دفن مواد زائد جامد شهری با استفاده از الگوهای فازی. ژنتیک و وزن های نشانگر مبتنی بر توسعه‌ی پایدار(مطالعه‌ی موردی: شهر بیرجند). تهران. نخستین همایش توسعه‌ی شهری پایدار.

١٠.قدسی پور، س. ح. (١٣٨٤). فرایند تحلیل سلسله مراتبی AHP. دانشگاه امیر کبیر تهران. تهران.

١١.محمودی، م. (١٣٨٦). معرفی و بررسی مزایا و معایب الگوهای تلفیق(الگوی منطقی بولین). الگوهای شاخص همپوشانی نقشه. الگوهای منطق فازی در GIS. اولین همایش GIS شهری.

١٢.مهندسین مشاور معماری و شهرسازی عرصه. طرح تهیه‌ی نقشه های جامع شهرسازی حریم شهر بیرجند. (١٣٨٣).گزارش شناخت وضع موجود.

13.A.H.I Lee, W.C. Chen, C.J. Chang, (2008), "*A fuzzy AHP and BSC approach for evaluating performance of IT department in the manufacturing industry in Taiwan* " Expert Systems with Applications, vol. 34, pp. 96–107.

14.Bonham-Carter, G. F. (1994). *Geographic Information Systems for Geoscientists: Modelling with GIS*. 1st Ed. Pergamon Press, Oxford, UK.

15.Bong, s. Kihan. Sun, d. Hyun, h. (2005*). Development of the feasibility model for adding new railroad station using AHP technique*. Journal of the eastern Asia society for transportation studies.vol. 6. pp. 13.

16.Fisher, P. F. (1989). *"Knowledge-based Approaches to Determining and Correcting Areas of Unreliability in Geographic Databases*." Goodchild, M., Gopal, S.: The Accuracy of Spatial Databases (45-54), Taylor

17.Forslid, R., Haaland, J. I. and Midelfart, K. H. (2002). *"A U-shaped Europe? A simulation study of industriallocation."* Journal of International Economics, Vol. 57, PP. 273–97.

18.Ghazanfari, M. (2006). *Introduction of fuzzy sets theory*. 1st Ed. Science and industry university Pub.Tehran, Iran

19.Hansen, H. S. (2003). "*A Fuzzy Logic Approach to Urban Land-use Mapping.*" Proc., Scan-GIS 2003,Helsinki, Denmark, PP. 1-10.

20.Klir, G.Y.,Yuan, B., (1995). *Fuzzy Sets and Fuzzy Logic-Theory and Applications*. Prentice. Hall, Englewood Cliffs, NJ

21.Leitham, S. McQuaid, R. W. Nelson, J.D.(2000*). The influence of transport on industrial location choice*: a stated preference experiment. Transportation Research Part A. 34: PP. 515-535.

22.L.A. Zadeh, (1965), *Fuzzy Sets*, Information and Control.

23.Malczewski, J., (1999). GIS and Multi criteria Decision Analysis. New York: John Wiley & Sons, Inc,180 p.

24.Malczewski, J., (2004).*GIS-Based Land-Use Suitability Analysis*: a Critical Overview. Progress in Planning. 62: 3–65.

25.Mirata M. and Emtairah, T. (2005). *"Industrial symbiosis networks and the contribution to environmental innovation: the case of the Landskrona industrial symbiosis programme."* Journal of Cleaner Production, Vol.13, PP. 993–1002.

26.Menhaj, M. B. (2007*). Fuzzy computing*. 1st Ed. Amirkabir Pub., Tehran, Iran

27.Pooladdezh, M. (1997). *Industrial projects site selection and efficiency*. 5th Ed. Perag Pub., Tehran, Iran

28.Somlev, I.P. Hoshino, Y.(2005). *Influence of location factors on establishment and ownership of foreign investments of foreign investments*: The case of the Japanese manufacturing firms in Europe. International Business Review. 14: 577-598.

29.T. L. Saatya, (1980),*The Analytic Hierarchy Process*: Planning, Priority Setting, Resource Allocation, illustrated ed.: McGraw-Hill International Book Co. p 437.

30.Zadeh, L. 1965. *"Fuzzy Sets*." Information and Control, Vol. 50, PP. 856 – 865.

31.Zimmermann, H. J. (2001*). Fuzzy Set Theory and Its Applications*. 4th Ed. Kluwer Academic Publishers,Dodrecht, London.

32.Ziaei, M. Hajizadeh, F. (2011). *Fuzzy Analytical Hierarchy Process (FAHP)*: A GIS-based multicriteria evaluation/selection Analysis", Accepted to International Conference The 19th International Conference on GeoInformatics, Shanghai, China, 2011, jun-24-26.